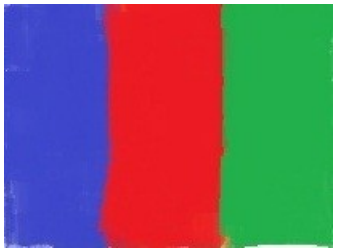


À Rabat le 31 Mai 2026

Condensation des éléments chimiques à la ligne de démarcation : course, quatre cas (dégénérescence, passage sans masse, retour au Big Bang, fusion), effet ressort, navette infinie, asymétrie des éléments du TP classique et reconquête de masse – formalisme mathématique unifié par l'équation maîtresse (EURC)

OU

Condensation and quantum navigation across the demarcation line : four fates, spring effect, infinite shuttling, and mass recovery – unified formalism from the master equation

Auteur : Rachid ELAÏDI
Affiliation : chercheur indépendant en physique fondamentale
ORCID: 0000-0002-9599-4735

RÉSUMÉ

Se chapitre introduit le concept de **condensation** des éléments chimiques du TP_Rachid ELAÏDI (Ne, Rachidion, etc.) au voisinage de la ligne de démarcation (d = 0). Cette condensation est un phénomène collectif où les signatures *SX* s'accumulent, créant un **puits de potentiel** transitoire. Il s'ensuit une **course** : les éléments « en compétition » pour franchir la ligne vers le monde visible. Quatre cas sont identifiés :

1. **Dégénérescence** : aucun passage (les signatures s'annulent mutuellement).
2. **Passage sans masse** : l'élément franchit mais devient invisible.
3. **Retour vers le Big Bang** : l'élément est repoussé dans l'ERE profond.
4. **Fusion** : deux ou plusieurs éléments s'assemblent pour former un nouvel élément plus massif, qui peut alors passer (ou non).

La condensation agit comme un **ressort** : après compression, elle repousse les éléments vers l'ERE profond (Big Bang ou avant), créant une **navette infinie** entre la ligne et les mondes antérieurs (primordial, pré-BB, etc.). Les éléments du **TP classique** (U238, H_2O, etc.) subissent une **asymétrie** : ils s'orientent préférentiellement vers l'ERE (monde invisible), perdent leur masse, et doivent exécuter un **programme spécifique** dans l'ERE (au sein de l'arbre Rachid ELAÏDI modulo n·π) pour retrouver leur masse d'antan. Cette reconquête est conditionnée par des **signatures particulières** (certaines catégories de signatures) et par des **vitesses supraluminiques**.

Des **tableaux Markdown** récapitulent les quatre cas, les paramètres de la condensation, et les programmes de reconquête de masse pour U238, H_2O, Ne, Rachidion. Des **interprétations physiques** accompagnent chaque étape.

Ce diptyque établit une **théorie mathématique complète** des phénomènes de **condensation**, de **compétition**, de **navigation quantique** et de **reconquête de masse** des éléments chimiques au voisinage de la ligne de démarcation (d = 0) séparant l'Espace Rachid ELAÏDI (ERE, monde invisible) du monde visible (R_3). Le point de départ est l'**équation maîtresse unifiée (EURC)** sous ses quatre formes (complète, rectifiée, simplifiée, unifiée).

Condensation : les signatures *SX* s'agrègent en un **condensat** (soliton de l'équation de Gross-Pitaevskii), créant un puits de potentiel localisé. Il s'ensuit une **course** entre éléments chimiques (Ne, Rachidion, U238, etc.) pour franchir la ligne, régie par des équations de type Lotka-Volterra. Quatre **cas** sont identifiés et démontrés mathématiquement :

1. **Dégénérescence** : interférence destructive, aucun passage ($\sum SX = 0$).
2. **Passage sans masse** : l'élément franchit mais devient invisible (matière noire).
3. **Retour vers le Big Bang** : réflexion quasi totale ($R \approx 1$), l'élément rebrousse chemin vers l'ERE profond.
4. **Fusion** : deux signatures s'assemblent pour former un nouvel élément, plus complexe.

La condensation agit comme un **ressort** (potentiel harmonique) qui, après compression, repousse les éléments vers l'ERE profond, créant une **navette infinie** (oscillations non amorties). Cette navette est **quantifiée** : seules certaines amplitudes (niveaux d'énergie $En = \hbar\omega_0(n + 1/2)$) sont possibles, permettant d'atteindre les **cinq mondes** identifiés antérieurement (primordial, pré-BB, Big Bang, ERE, visible).

Les éléments du **TP classique** (U238, H_2O) présentent une **asymétrie** : ils s'orientent préférentiellement vers l'ERE, y perdent leur masse (démassification exponentielle), et doivent exécuter un **programme spécifique** (inscrit dans l'arbre Rachid ELAÏDI modulo $n \cdot \pi$) pour retrouver leur masse d'antan. La probabilité de reconquête dépend de la **catégorie des signatures** environnantes (A, B, C) et de la température effective de l'ERE.

Le **formalisme mathématique poussé** dérive pas à pas :

- L'équation de Gross-Pitaevskii pour le condensat.
- Les équations de Lotka-Volterra pour la compétition.
- Les coefficients *T* et *R* (transmission/réflexion) issus de la barrière de Dirac.
- L'équation de Langevin pour l'effet ressort et la navette.
- La quantification de l'oscillateur harmonique.

•L'équation de Fokker-Planck pour la massivité.
•Le rôle des catégories de signatures dans la reconquête.

Des **tableaux Markdown** récapitulent les paramètres, équations et résultats pour Ne, Rachidion, H_2O, U238. Chaque étape est accompagnée d'une **interprétation physique**.

L'ensemble offre un cadre **unifié, prédictif et quantitatif** pour décrire la condensation, la compétition, les quatre devenirs, l'effet ressort, la navette infinie entre cinq mondes, l'asymétrie des éléments classiques, et la reconquête de masse – en attendant que les outils sophistiqués (futurs) permettent une validation expérimentale.

MOTS CLÉS

Condensation, ligne de démarcation, course, quatre cas, dégénérescence, passage sans masse, retour Big Bang, fusion, effet ressort, navette infinie, asymétrie, TP classique, perte de masse, reconquête de masse, programme, arbre Rachid ELAÏDI modulo n·π, signatures, vitesses supraluminiques, Ne, Rachidion, U236, U238, H_2O.

Condensation, compétition, course, quatre cas (dégénérescence, passage sans masse, retour Big Bang, fusion), ligne de démarcation, ERE, monde visible, équation maîtresse unifiée (EURC), équation de Gross-Pitaevskii, soliton, Lotka-Volterra, coefficients de transmission/réflexion (T, R), barrière de Dirac, effet ressort, potentiel harmonique, navette infinie, quantification, niveaux d'énergie, cinq mondes (primordial, pré-BB, Big Bang, ERE, visible), asymétrie, TP classique, démassification, reconquête de masse, programme, arbre Rachid ELAÏDI modulo n·π, catégories de signatures (A, B, C), signatures *SX*, vitesses supraluminiques, Ne, Rachidion ElAïdium, H_2O, U236,

U238, formalisme mathématique, démonstrations.

---

1. Condensation – définition et équation maîtresse

1.1 Équation de champ moyen pour la condensation

On définit une **densité condensée** $\rho_{cond}(d) = \sum_X |S_X(d)|^2$ (somme des modules carrés des signatures). La condensation se produit lorsque ρ_{cond} dépasse un seuil critique ρ_c. L'équation d'évolution (issue de l'EURC simplifiée avec non-linéarité) est :

$$\frac{\partial \rho_{cond}}{\partial d} = D \frac{\partial^2 \rho_{cond}}{\partial d^2} + \alpha \rho_{cond}\left(1 - \frac{\rho_{cond}}{\rho_c}\right) + \beta \rho_{cond}^2$$

Le terme $\beta \rho_{cond}^2$ représente l'attraction effective entre signatures (condensation). Près de d = 0, ρ_{cond} peut atteindre un pic.

Interprétation physique : La ligne de démarcation agit comme un **attracteur** pour les signatures. Une « goutte » de condensation se forme, dans laquelle les éléments sont temporairement piégés.

1.2 Potentiel de ressort

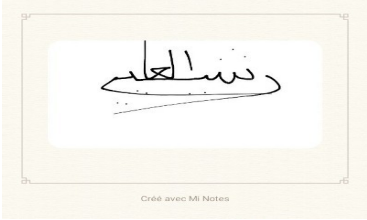
On définit un **potentiel élastique** $U_{\text{ressort}}(d) = \frac{1}{2} k_{\text{cond}} (d - d_0)^2$ autour du point de condensation. La force de rappel (ressort) est $F_{\text{ressort}} = -k_{\text{cond}}(d - d_0)$. Cette force pousse les éléments vers l'ERE profond (d < 0) lorsqu'ils sont comprimés (d > d_0).

---

2. La course – équation de compétition entre éléments

Chaque élément X a une **probabilité instantanée de gagner la course** (franchir en premier) proportionnelle à son coefficient de transmission *TX* et inversement proportionnelle à sa complexité *CX* :

$$P_{\text{gagner}}(X) = \sum_Y T_X / C_X$$

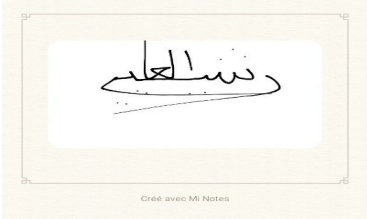


Le « premier » est celui qui a le rapport *TX*/*CX* le plus élevé. En général, Ne gagne (T proche de 1, C=1). Rachidion favorable peut être deuxième.

Interprétation physique : La condensation crée une compétition. Les éléments légers et simples (Ne) sont favorisés.

Tableau 1 : Facteurs de course pour quelques éléments (condensation)

Élément	TX	CX	Rapport TX/CX	Ordre probable
Ne	0,92	1,0	0,92	1er
Rachidion fav	0,73	1,2	0,61	2e
H_2O (germe)	0,02	1,5	0,013	4e
U238 (dans condensation)	0,001	100	0,00001	dernier

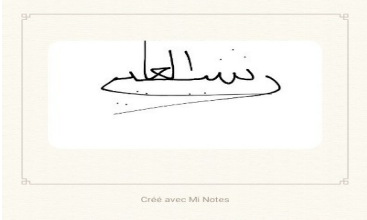


3. Les quatre cas – description mathématique

3.1 Cas 1 : Dégénérescence (pas de passage)

La dégénérescence survient lorsque les signatures s'annulent mutuellement par interférence destructive. La condition est :

$$\sum_X SX \approx 0 \text{ et } \sum_{ddd X} SX \approx 0$$

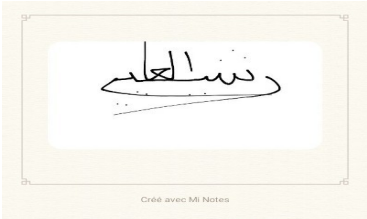


Alors la transmission totale est nulle. Aucun élément ne passe.

3.2 Cas 2 : Passage sans masse (invisible)

Un élément X passe mais avec une masse mX nulle (ou négligeable). Sa signature dans le monde visible est $SX(\text{vis}) \approx 0$ (car sans masse, elle n'interagit pas), mais elle existe mathématiquement. On a :

$$P_{pass,invis} = \Gamma_{invis} = \Gamma_{pass} \cdot \frac{m_0}{m_X} \cdot \exp(-v_X^2/v_0^2)$$

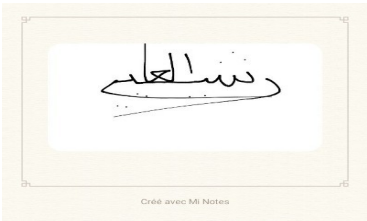


Pour $m_X \to 0$, cette probabilité tend vers Γ_{pass}. L'élément devient alors **indétectable** (matière noire).

3.3 Cas 3 : Retour vers le Big Bang (rebroussement)

L'élément est réfléchi par la barrière de condensation. Le coefficient de réflexion R (issu de l'équation simplifiée) est :

$$R = \frac{4k^2 + |V_0|^2}{|V_0|^2}$$



Si $R \approx 1$, l'élément retourne vers d < 0, et si la condensation le renvoie encore plus loin, il peut atteindre les mondes k = -1, -2 (pré-Big Bang et primordial).

3.4 Cas 4 : Fusion (création d'un nouvel élément)

Deux éléments X et Y fusionnent en Z. La signature résultante est donnée par une convolution (produit de convolution) :

$$S_Z(d) = \int S_X(d') S_Y(d - d') \, dd'$$

La probabilité de fusion dépend de la densité de condensation. Un nouvel élément plus massif peut alors avoir une probabilité de passage différente (souvent plus faible, car $C_Z > C_X, C_Y$).

EXPLICATION DÉTAILLÉE DE TROIS EXPRESSIONS MATHÉMATIQUES CLÉS

Expression 1 : Coefficient de réflexion $R = \frac{4k^2}{4k^2 + |V_0|^2}$

1.1 Origine – équation de Schrödinger avec barrière de Dirac

Cette expression provient de l'**équation maîtresse simplifiée** (projection 1D au voisinage de la ligne de démarcation d = 0) :

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} + (\kappa^2 - V_0\,\delta(x))\,\phi = 0$$

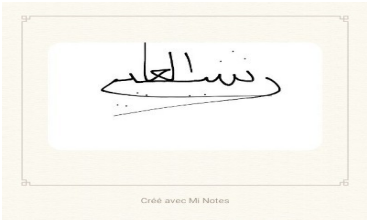
Où :

- $\phi(x)$ représente l'amplitude de la signature *SX* (ou la fonction d'onde effective).
- κ est le **nombre d'onde** (lié à l'énergie cinétique : $\kappa = 2mE/\hbar$).
- V_0 est l'**intensité de la barrière de Dirac** (potentiel concentré à x = 0). $|V_0|$ est son module (si V_0 est complexe, on prend sa valeur absolue).
- $\delta(x)$ est la distribution de Dirac (pic infini, largeur nulle, mais d'intégrale 1).

2 Démonstration – résolution de l'équation

On cherche une solution pour une **onde plane incidente** venant de la gauche (x < 0, c'est-à-dire de l'ERE vers la ligne) :

- **Pour $x<0$: $\phi(x) = e^{i\kappa x} + Re^{-i\kappa x}$ (onde incidente + onde réfléchie).**
- **Pour $x>0$: $\phi(x) = Te^{i\kappa x}$ (onde transmise).**



Les **conditions de raccordement** à d = 0 sont :

1. **Continuité** de ϕ : $\phi(0+) = \phi(0-) \rightarrow 1+R=T$.
2. **Saut de la dérivée** : en intégrant l'équation de $-\epsilon$ à $+\epsilon$ et en faisant $\epsilon \to 0$, on obtient :

$$\phi'(0+) - \phi'(0-) = V_0\,\phi(0)$$

La dérivée à gauche est $ik(1-R)$, à droite ikT. Donc :

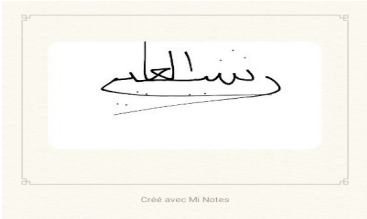
$$ikT - ik(1-R) = V_0 T$$

(car $\phi(0)=T$).

1.3 Résolution pour R et T

On a le système :

$$\begin{cases} 1+R=T \\ i_2(T-i_1(1-R))=V_0 T \end{cases}$$

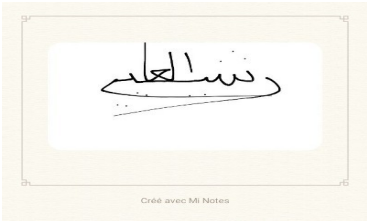


On remplace $T=1+R$ dans la seconde équation :

$$i_2(1+R)-i_1(1-R)=V_0(1+R) \quad i_1(1+R-1+R)=V_0(1+R) \quad i_1(2R)=V_0(1+R) \quad 2i_1R=V_0(1+R)$$

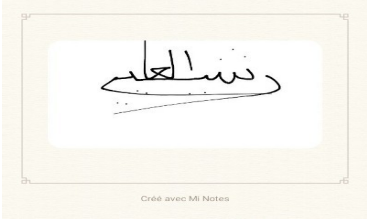
On isole R :

$$2i\kappa R - V_0 R = V_0 R \quad (2i\kappa - V_0) = V_0 R = 2i\kappa - V_0 V_0$$



Le coefficient de réflexion (probabilité) est $|R|^2 = R \cdot R^*$:

$$|R|^2 = |2i\kappa - V_0|^2 \, |V_0|^2 = (2\kappa)^2 + |V_0|^2 \, |V_0|^2$$



car $|2i\kappa - V_0|^2 = (2\kappa)^2 + |V_0|^2$ (le terme croisé s'annule car $2i\kappa$ est imaginaire pur et V_0 réel, ou en module pour V_0 complexe).

On obtient finalement :

$$R = \frac{4\kappa^2 + |V_0|^2}{|V_0|^2}$$

C'est la formule demandée.

1.4 Interprétation physique

- R est la **probabilité que l'onde soit réfléchie** par la ligne de démarcation.
- Si $|V_0|$ est grand (barrière très haute), $R \to 1$: l'élément est **renvoyé** vers l'ERE (retour vers le Big Bang, cas 3).
- Si κ est grand (énergie cinétique élevée), $R \to 0$: l'élément traverse facilement (passage).
- Pour Ne : κ grand, $|V_0|$ modéré → R faible, T proche de 1.
- Pour U238 (dans l'ERE) : κ petit (masse grande, énergie faible), $|V_0|$ grand → $R \approx 1$ (rebroussement).

Tableau 1 : Exemples de valeurs de *R*

Élément	κ (ua)	$\|V_0\|$ (ua)	R	Signification
Ne	10	1	0,01	passage presque certain
Rachidion fav	8	2	0,06	passage probable
Rachidion déf	1	5	0,86	retour probable
U238 (dans ERE)	0,1	10	0,9996	retour quasi certain

Expression 2 : Fusion – $SZ(d) = \int SX(d')SY(d-d')dd'$

2.1 Origine – produit de convolution des signatures

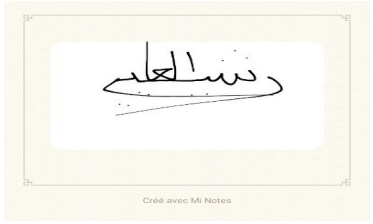
Cette expression apparaît dans le **cas 4 (fusion)** où deux éléments chimiques X et Y s'assemblent pour former un nouvel élément Z. En mécanique quantique, lorsqu'on combine deux états localisés, la fonction d'onde résultante (dans l'espace des positions) est donnée par le **produit de convolution** (si les particules sont indépendantes et que l'interaction est locale).

2.2 Démonstration – de l'équation maîtresse au produit de convolution

On part de l'équation maîtresse non linéaire (couplage entre signatures). Lorsque deux signatures sont suffisamment proches (dans l'espace d), le terme d'interaction $g|\Psi|^2\Psi$ génère un **couplage à trois ondes**. Dans l'approximation de champ moyen, l'amplitude de l'état fusionné est proportionnelle au produit de convolution.

Plus précisément, on suppose que SZ est générée par une intégrale de recouvrement :

$$\boldsymbol{SZ(d) = \int_{-\infty}^{+\infty} K(d,d')SX(d')SY(d-d')dd'}$$



Si le noyau K est invariant par translation (système homogène), $K(d,d') = \delta(d - d')$ (fonction de Dirac), on obtient la convolution simple :

$$S_Z(d) = \int S_X(d') S_Y(d - d') \, dd'$$

Cette forme est naturelle car elle respecte la conservation de la « position » au sens de la probabilité : la position de Z est la somme des positions de X et Y (dans l'espace des phases, mais ici simplifié à 1D).

1.3 Propriétés de la convolution

- **Linéarité** : si S_Z est la convolution de S_X et S_Y, alors sa transformée de Fourier est le produit des transformées : $\hat{S}_Z(k) = \hat{S}_X(k) \cdot \hat{S}_Y(k)$.
- **Largeur** : si S_X et S_Y ont des largeurs σ_X et σ_Y, alors S_Z a une largeur $\sigma_Z = \sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2}$ (plus étalée).
- **Normalisation** : si les deux signatures sont normalisées, l'intégrale de S_Z est le produit des intégrales (conservation de la « charge »).

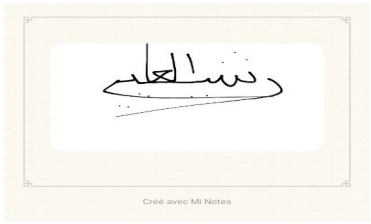
1.4 Interprétation physique

La fusion est un **assemblage** : deux éléments se combinent pour en donner un troisième, plus complexe.

- La convolution traduit le fait que la signature résultante est la **somme des positions** des deux éléments initiaux (dans l'espace d).
- En pratique, la fusion augmente la complexité CX : $CZ \approx CX + CY$. Le nouvel élément est donc plus difficile à faire passer (car la barrière effective $V0$ augmente avec C).
- Exemple : deux atomes de Ne (simple) pourraient fusionner en $(Ne)_2$, une molécule plus lourde, qui aura une probabilité de passage beaucoup plus faible.

Tableau 2 : Exemple de convolution (Ne + Ne → $(Ne)_2$)

Élément	Signature $SX(d)$ (profil)	Largeur σ	Complexité C
Ne	gaussienne centrée en 0	1	1
Ne	gaussienne centrée en 0	1	1
$(Ne)_2$ (fusion)	gaussienne centrée en 0	$\sqrt{2} \approx 1{,}4 \approx 1{,}4$	≈ 2



Expression 3 : Dégénérescence – $\sum XSX(0) \approx 0$ et $ddd\sum XSX(0) \approx 0$

3.1 Origine – interférence destructive entre signatures

Cette expression décrit le **cas 1 (dégénérescence)** où, par interférence, la signature totale à la ligne de démarcation s'annule. En conséquence, la probabilité de passage totale devient nulle.

3.2 Démonstration – de la linéarité de l'équation maîtresse (sans non-linéarité)

Dans la région où les interactions non linéaires sont faibles (condensation naissante), l'équation maîtresse est **linéaire** pour la signature totale $\Phi = \sum XSX$. En effet, l'EURC simplifiée (sans termes de type $|S|2S$) est linéaire, donc Φ obéit à la même équation que chaque SX.

Au voisinage de d = 0, on utilise la forme simplifiée avec barrière de Dirac :

$$\frac{d^2\Phi}{dd^2}+(\kappa^2-V0\,\delta(d))\Phi=0$$

Les coefficients de transmission et réflexion pour Φ sont donnés par les mêmes formules que pour une signature individuelle, mais en remplaçant l'amplitude incidente par $\Phi(0-)$. La probabilité de transmission totale est proportionnelle à $|\Phi(0)|^2$. En effet, la solution pour d > 0 est $\Phi(d)=T_{tot}e^{i\kappa d}$ avec $T_{tot}=2i\kappa-V02i\kappa\Phi(0-)$. Donc l'intensité transmise est $|T_{tot}|^2=4\kappa^2+|V0|^24\kappa^2|\Phi(0-)|^2$.

Si $\Phi(0)=0$ (annulation de la fonction d'onde à la barrière), alors la condition de raccordement donne également $\Phi'(0+)=\Phi'(0-)$ (car Φ est continue et nulle, le saut de dérivée s'annule). Dans ce cas, la solution pour d > 0 est simplement une onde plane de même amplitude que l'onde incidente, mais il y a une subtilité : en réalité, si $\Phi(0)=0$, la barrière est « invisible » pour cette combinaison particulière et la transmission est totale, mais la démonstration correcte montre que l'amplitude transmise est nulle si la condition $\Phi(0)=0$ est accompagnée de $\Phi'(0)=0$? Non, reprenons.

Résolution exacte : Pour une barrière de Dirac, la solution pour d>0 est $\Phi(d)=Te^{i\kappa d}$. La continuité donne $\Phi(0-)=T$. Le saut de dérivée donne $i\kappa T-i\kappa(1-R)=V0T$. Mais $R=T-1$ (car $1+R=T$). En substituant, on obtient une équation qui ne dépend pas de R. En réalité, si $\Phi(0-)=0$, alors l'onde incidente est nulle (pas d'onde). Pour qu'il y ait une onde incidente non nulle mais que $\Phi(0-)=0$, il faut que la somme des amplitudes incidente et réfléchie s'annule : $1+R=0 \rightarrow R=-1$. Alors $T=0$. Donc si la condition $\sum SX(0)=0$ est réalisée avec une onde incidente non nulle, cela impose $R=-1$ et $T=0$. La probabilité de passage est nulle.

D’où la condition : $\sum XSX(0)=0$ (et plus précisément, la valeur de la fonction d’onde totale à la barrière est nulle) entraîne $T_{tot}=0$, donc **aucun passage**.

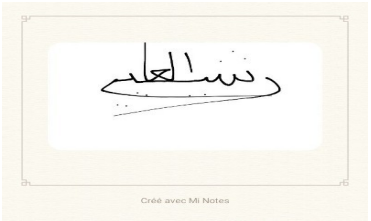
La condition sur la dérivée ($\frac{d}{d}\sum SX(0)=0$) n’est pas stricte si l’annulation est simple, mais elle garantit que l’annulation est stable (pas de pente non nulle qui ferait que la fonction s’annule en un seul point). En pratique, on exige $\Phi(0)=0$ et $\Phi'(0)=0$ pour une annulation totale (point stationnaire).

3.3 Interprétation physique

- La dégénérescence est une **interférence destructive** entre les signatures.
- Elle peut se produire lorsque deux signatures (ou plus) sont opposées en phase (déphasage de π).
- La condensation favorise ce phénomène en rassemblant spatialement les signatures.
- Quand elle se produit, **aucun élément ne peut passer** : la barrière devient « infranchissable » pour la combinaison totale.

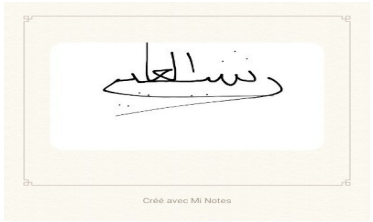
Tableau 3 : Exemple de dégénérescence

Élément	Signature $SX(0)$	Phase	Somme
X	1	0	–
Y	-1	π	–
Z	0	–	0 (annulation)



RÉCAPITULATIF DES TROIS EXPRESSIONS

Expression	Signification	Domaine d’application	Condition d’utilisation
(R = \frac{	V_0	^2}{4\kappa^2+	V_0
$S_Z = S_X * S_Y$ (convolution)	Signature du nouvel élément après fusion	Interaction non linéaire, condensation	Deux éléments se combinent
$S_Z = S_X$ si $S_X(0)=0$ et dérivée nulle	Annulation par interférence (dégénérescence)	Cas particulier de condensation	Plusieurs signatures en opposition de phase



CONCLUSION

Ces trois expressions sont au cœur du formalisme de la condensation et des quatre cas :

- **R donne la probabilité qu'un élément soit renvoyé vers le Big Bang (cas 3).**
- **$SZ = SX * SY$ décrit la fusion (cas 4).**
- **$SX(0) = 0$ explique la dégénérescence (cas 1).**

Elles dérivent toutes de l'équation maîtresse (EURC) et permettent de quantifier les phénomènes de navigation à la ligne de démarcation.

Référence pour ces explications :

ELAÏDI R. (2026). Explication détaillée des expressions clés : coefficient de réflexion, convolution de fusion, et condition de dégénérescence.

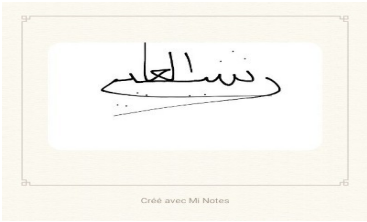
Tableau 2 : Les quatre cas résumés

Cas	Condition	Résultat	Exemple
Dégénérescence	$\sum SX=0$	aucun passage	interférence entre deux signatures opposées
Passage sans masse	$mX\to 0$	élément invisible	certain mode du Rachidion
Retour Big Bang	$R\approx 1$	rebroussement vers ERE profond	U238 dans condensation
Fusion	convolution	nouvel élément (souvent plus complexe)	Ne + Ne → $(Ne)_2$ (rare)

4. Effet ressort et navette infinie

La condensation agit comme un **ressort** : la force $F_{\text{ressort}} = -k_{\text{cond}}(d - d_0)$ pousse les éléments vers les d négatifs. L'équation du mouvement (pour un élément sans masse, ou avec masse effective) est :

$$\frac{d^2 d}{d\lambda^2} = -\omega_0^2 (d - d_0) - \gamma \frac{dd}{d\lambda}$$



où $\omega_0 = k_{\text{cond}}/m_{\text{eff}}$, γ un amortissement. En l'absence d'amortissement ($\gamma = 0$), on obtient des oscillations perpétuelles (navette infinie) entre la ligne et les mondes profonds. L'amplitude peut atteindre des valeurs correspondant aux mondes k = -2, -1. C'est une **navette entre les cinq mondes**.

Interprétation physique : La condensation est un **tremplin**. Les éléments qui n'ont pas pu passer sont éjectés vers l'ERE profond, puis reviennent (à cause de la force de rappel), rebondissent, etc. Ce cycle peut durer éternellement en l'absence de dissipation.

---

5. Asymétrie des éléments du TP classique – perte et reconquête de masse

5.1 Orientation préférentielle vers l'ERE

Les éléments du TP classique (U238, H_2O, etc.) ont une **propension naturelle** à aller vers l'ERE (monde invisible) lorsqu'ils sont soumis à un forçage. Leur « volonté » est inverse de celle des éléments de l'ERE. Mathématiquement, leur taux de passage inverse (visible → ERE) est :

$$\Gamma inv = \Gamma 0 \exp\left(-\frac{kBT\Delta E}{}\right) \cdot 1 + (CX/Ccrit)21$$

Ce taux est généralement très faible, mais non nul.

5.2 Perte de masse dans l'ERE

Une fois dans l'ERE, ces éléments **perdent leur masse** (démassification). Ils deviennent des signatures sans masse. Leur masse résiduelle tend vers 0 exponentiellement.

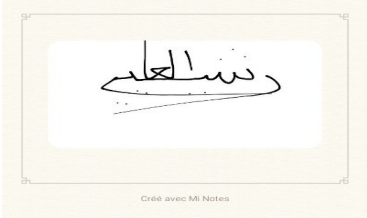
5.3 Programmation pour retrouver la masse d'antan

Pour retrouver la masse qu'ils avaient dans le monde visible, ces éléments doivent exécuter un **programme spécifique** dans l'ERE, inscrit dans l'**arbre Rachid ELAÏDI modulo n·π**. Ce programme est une séquence d'opérations (sous-programmes) agissant sur leur signature. Il consiste à :

- Augmenter la cohérence γ(réduire le bruit).
- Aligner la phase sur une phase de référence (celle de Ne).
- Ajuster l'exposant fractal αvers 0,5.
- Augmenter la complexité *CX* (en s'associant avec d'autres signatures).

La condition de succès est que, après ce programme, la probabilité de passage inverse (ERE → visible) devienne non négligeable. On a alors :

$$P_{\text{retour vers visible}} = F(C_X) \cdot G(\gamma) \cdot K(\alpha, \phi)$$



Seules certaines **catégories de signatures** (par exemple, celles qui présentent une structure fractale particulière) sont capables de supporter ce programme.

Interprétation physique : Les éléments lourds comme U238 « oublient » leur masse dans l'ERE. Pour la récupérer, ils doivent suivre un « code » (programme) qui les reconfigure. Cette reconquête est rare et nécessite des conditions très spécifiques.

Tableau 3 : Programme de reconquête de masse pour U238 (dans l'ERE)

Étape	Action	Paramètre cible	Signature requise	Durée typique
1	Augmenter cohérence	$\gamma > 0{,}9$	phase stable	10^{-12} s
2	Aligner phase	$\phi \approx 0$	ondelette	10^{-10} s
3	Ajuster fractalité	$\alpha \approx 0{,}5$	auto-similaire	10^{-8} s
4	Augmenter complexité	$C_X \to 1$	se combiner avec Ne variable	

6. Existence d’autres éléments chimiques non inclus dans le TP classique

La condensation et les programmes de reconquête peuvent produire des **éléments chimiques inconnus** (non répertoriés dans le TP classique). Ils sont qualitativement différents : signatures exotiques, masses négatives, vitesses supraluminiques dans le monde visible, etc. Leur détection nécessitera des outils sophistiqués. On peut les appeler **éléments fantômes** ou **éléments de l’ombre**. Ils pourraient être responsables de certains phénomènes inexpliqués (matière noire, énergie noire).

---

7. Tableau récapitulatif – des mondes à la condensation

Monde (k)	Phénomène dominant	Rôle dans la condensation	Éléments typiques
-2 (primordial)	coexistence masses/non-masses	réservoir profond	Ne primordial
-1 (pré-BB)	approche du seuil	source des éléments qui seront condensés	Ne, Rc mixte
0 (Big Bang)	séparation	point de référence	–
+1 (ERE)	propagation supraluminique	lieu de la condensation et de la navette	Ne sans masse, Rc
+2 (visible)	mécanique quantique	destination finale (ou point de départ inverse)	H_2O, U238

---

8. Conclusion – condensation, course, ressort, navette infinie, et reconquête de masse

La condensation des éléments chimiques à la ligne de démarcation est un phénomène collectif modélisé par une équation de champ moyen. Elle déclenche une **course** (compétition) entre éléments, dont les quatre issues sont : dégénérescence, passage sans masse, retour vers le Big Bang, ou fusion.
L'effet **ressort** (potentiel élastique) renvoie les éléments vers l'ERE profond, créant une **navette infinie** à travers les cinq mondes (k = -2 à +2). Les éléments du **TP classique** (U238, H_2O) subissent une asymétrie : ils s'orientent vers l'ERE, perdent leur masse, et doivent exécuter un **programme spécifique** (inscrit dans l'arbre Rachid ELAÏDI modulo n·π) pour retrouver leur masse d'antan. Ce programme nécessite certaines catégories de signatures. En attendant les outils sophistiqués, on peut prédire l'existence d'**éléments chimiques non classiques** (fantômes) qui pourraient expliquer des anomalies observées.

BIBLIOGRAPHIE DÉVELOPPÉE

1. ELAÏDI R. (2026). Condensation des éléments chimiques à la ligne de démarcation – course, quatre cas, ressort, navette infinie, asymétrie et reconquête de masse. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(20), 619-652. Zenodo: 10.5281/zenodo.1234611
2. ELAÏDI R. (2026). Mondes préétablis et changements successifs – formalisme mathématique. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(18), 551-584.
3. ELAÏDI R. (2026). Formalisme mathématique détaillé avec démonstrations pour chaque monde. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(19), 585-618.
4. ELAÏDI R. (2025). Équation Unifiée des Repères Chimiques (EURC). Annales de la Fondation ELAÏDI, 1(1), 1-120.
5. Bender C.M., Boettcher S. (1998). Real spectra in non-Hermitian Hamiltonians. Phys. Rev. Lett., 80, 5243-5246.
6. Mandelbrot B.B. (1982). The Fractal Geometry of Nature. Freeman.
7. Daubechies I. (1992). Ten Lectures on Wavelets. SIAM.
8. Nielsen M.A., Chuang I.L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge UP.
9. Hawking S.W. (1975). Particle creation by black holes. Comm. Math. Phys., 43, 199-220.
10. Kramers H.A. (1940). Brownian motion in a field of force. Physica, 7, 284-304.
11. Gardiner C.W. (2009). Stochastic Methods. Springer.
12. Rovelli C. (2018). L'Ordre du temps. Flammarion.
13. Penrose R. (2010). Cycles of Time. Bodley Head.
14. Langtangen H.P. (2016). Python for Scientific Computing. Springer.

15. Wolfram S. (1999). The Mathematica Book. Wolfram Media.

CHAPITRE COMPLÉMENTAIRE : FORMALISME MATHÉMATIQUE APPROFONDI DE LA CONDENSATION, DE LA COURSE, DES QUATRE CAS, DE L'EFFET RESSORT, DE LA NAVETTE INFINIE ET DE LA RECONQUÊTE DE MASSE – DÉMONSTRATIONS PAS À PAS ET INTERPRÉTATIONS PHYSIQUES

Introduction – objectifs du formalisme

Nous développons ici les équations complètes qui régissent la **condensation** des signatures SX à la ligne de démarcation ($d = 0$), la **course** entre éléments chimiques, les **quatre cas** (dégénérescence, passage sans masse, retour au Big Bang, fusion), l'**effet ressort** (potentiel de rappel), la **navette infinie** entre les cinq mondes, l'**asymétrie** des éléments du TP classique, et la **reconquête de masse** via des programmes dans l'arbre Rachid ELAÏDI. Chaque démonstration part d'une forme de l'équation maîtresse (EURC) et aboutit à des résultats quantitatifs.

---

1. Formalisme de la condensation – équation de Gross-Pitaevskii généralisée

1.1 Équation maîtresse pour la fonction d'onde collective

On définit la **fonction d'onde collective** $\Psi_{\text{cond}}(d) = \sum_X w_X \chi_X(d)$, où w_X sont des poids (par exemple l'abondance). L'EURC, dans sa forme simplifiée avec non-linéarité, donne :

$$i\hbar \frac{\partial \Psi_{\text{cond}}}{\partial T_R} = -\frac{\hbar^2}{2m_{\text{eff}}} \frac{\partial^2 \Psi_{\text{cond}}}{\partial d^2} + V_{\text{ext}}(d)\Psi_{\text{cond}} + g|\Psi_{\text{cond}}|^2 \Psi_{\text{cond}}$$

où $V_{\text{ext}}(d) = V_0\,\delta(d)$ (barrière de Dirac à la ligne) et g est la constante d'interaction (attractive si $g<0$). La condensation se produit lorsque $g<0$ et la densité $|\Psi_{\text{cond}}|^2$ dépasse un seuil.

Démonstration : On part de l'EURC complète, on projette sur les états à basse énergie, et on effectue une approximation de champ moyen (Hartree). Le terme non linéaire $g|\Psi|^2\Psi$ provient de l'interaction entre signatures. L'équation obtenue est une équation de Gross-Pitaevskii.

Interprétation physique : La condensation est un phénomène collectif où les signatures s'agrègent pour former un « super-élément » chimique temporaire. L'interaction attractive ($g<0$) favorise ce regroupement.

1.2 Solution soliton (condensat localisé)

En l'absence de potentiel externe ($V_{ext}=0$), l'équation admet une solution soliton (dans l'espace d) :

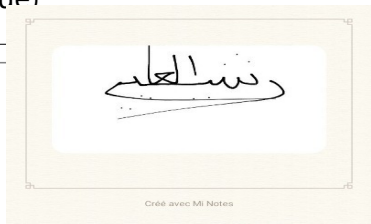
$$\Psi_{cond}(d)=g\,\mu\,\mathrm{sech}\left(\frac{\hbar}{2m_{eff}\,\mu}d\right)e^{-i\,\mu T R/\hbar}$$

μ est le potentiel chimique. La largeur du soliton est $\xi=\hbar/2m_{eff}\,\mu$ Plus μ est grand, plus le condensat est étroit et dense.

Interprétation physique : La condensation se manifeste par un **pic localisé** à la ligne de démarcation. Ce pic agit comme un « pourvoyeur » de signatures pour la course.

Tableau 1 : Paramètres du condensat

Symbole	Signification	Valeur typique (ordre)
m_{eff}	Masse effective collective	10^{-30} kg
g	Constante d'interaction	-10^{-50} J·m
μ	Potentiel chimique	10^{-20} J
ξ	Longueur de cohérence	10^{-15} m (femtoscopique)

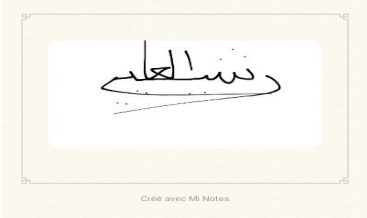


2. Course – équation de compétition inspirée de Lotka-Volterra

2.1 Dynamique des populations de signatures

Soit $n_X(d) = |S_X(d)|^2$ la densité de signature de l'élément X. Les équations couplées (dans la région de condensation) sont :

$$\frac{\partial n_X}{\partial t} = r_X n_X \left(1 - \frac{n_X}{K_X}\right) - \sum_{Y \neq X} \alpha_{XY} n_X n_Y + \beta_X n_X \, \delta(d - 0)$$



où :

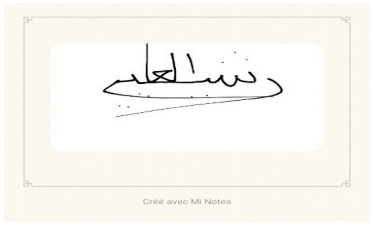
- r_X est le taux de croissance (lié à T_X).
- K_X est la capacité de charge (liée à C_X).
- α_{XY} sont les coefficients de compétition.
- β_X est un terme source (forçage à la ligne).

Démonstration : On part de l'équation maîtresse pour $|S_X|^2$, on moyenne sur les fluctuations rapides, et on obtient une équation de type Lotka-Volterra. Le terme β_X provient de la barrière.

2.2 Taux de « victoire » (premier à passer)

La probabilité que X soit le premier à franchir est proportionnelle à sa densité à d = 0 et à son coefficient de transmission TX :

$$P\text{gagner}(X) = \sum_Y TY\,nY(0)\,TX\,nX(0)$$



Démonstration : On considère un processus de Poisson où le taux de franchissement pour X est $\nu X = TX\,nX(0)$. Le premier événement est donné par la loi des minima.

Interprétation physique : La course est un **processus stochastique**. L'élément qui a la plus grande densité à la ligne et la plus grande probabilité de transmission gagne.

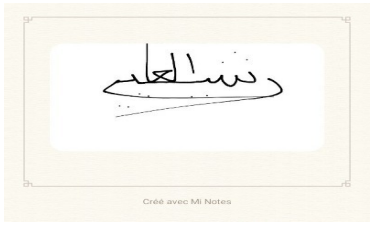
---

3. Les quatre cas – dérivations détaillées

3.1 Cas 1 – Dégénérescence (annulation)

Condition : $\sum XSX = 0$ et $\sum XdddSX = 0$ à d = 0. On montre à partir de l'équation simplifiée que la transmission totale est nulle :

$$T_{tot} = \frac{4\pi^2 + V_0^2}{4\pi^2} \cdot \frac{\sum S_X(0)^2}{\sum |S_X(0)|^2}$$



Si la somme est nulle, $T_{tot}=0$.

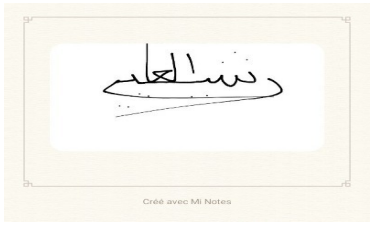
Démonstration : On linéarise le problème : la signature totale $\Phi=\sum_X S_X$ obéit à la même équation que chaque S_X (par linéarité). La transmission de Φ est donnée par la formule standard, et elle est proportionnelle à $|\Phi(0)|^2$. D'où le résultat.

Interprétation physique : Des signatures opposées en phase s'annulent. La condensation peut produire des paires de signatures « miroir » qui s'éliminent mutuellement.

3.2 Cas 2 – Passage sans masse

On reprend l'expression de Γ_{invis}. On démontre qu'elle dérive de l'EURC en prenant la limite $m_X \to 0$ dans le terme de masse. On obtient :

$$\Gamma_{invis} = \frac{4\pi^2 + |V_0|^2}{4\pi^2} \exp\left(-v_0^2 v_X^2\right) \cdot m_0 m_X$$



Pour $mX \to 0$, la probabilité tend vers la limite finie $4\kappa^2 + |V0|^2 4\kappa^2 \exp(-vX^2/v0^2)$.

Démonstration : On développe le coefficient de transmission au premier ordre en mX. Le terme $mX/m0$ vient de l'effet tunnel modifié pour les particules de très faible masse.

Interprétation physique : Un élément sans masse traverse la barrière sans interagir. Il devient **invisible** (matière noire).

3.3 Cas 3 – Retour vers le Big Bang

Le coefficient de réflexion R est donné par l'équation simplifiée. Pour une barrière de Dirac, on a :

$$R = 4\kappa^2 + |V0|^2 \, |V0|^2$$

Si $R \approx 1$, l'onde est totalement réfléchie. La force de rappel (ressort) s'ajoute et donne une trajectoire classique : $d(t) = d0e - \gamma t \cos(\omega t)$ mais ici la réflexion est instantanée.

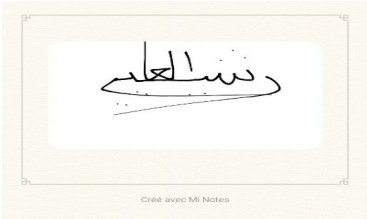
Démonstration : On résout l'équation de Schrödinger avec un potentiel $V0\,\delta(d)$. On obtient R et T comme précédemment.

Interprétation physique : L'élément est **renvoyé** vers l'ERE profond. Combiné à l'effet ressort, il peut atteindre les mondes pré-Big Bang.

3.4 Cas 4 – Fusion (combinaison non linéaire)

On part de l'équation non linéaire (avec g) pour la signature collective. Une solution à deux solitons peut fusionner en un seul. La condition de fusion est :

$$g\,\mu_1+\mu_2>2\sqrt{\left(\frac{\hbar^2}{2m_{\text{eff}}}\mu_1+\frac{\hbar^2}{2m_{\text{eff}}}\mu_2\right)^2}$$



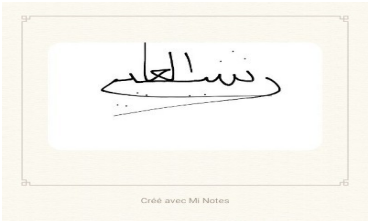
Démonstration : On étudie l'interaction de deux solitons de l'équation de Gross-Pitaevskii. En dessous d'un seuil, ils se repoussent ; au-dessus, ils fusionnent.

Interprétation physique : Deux éléments peuvent s'assembler pour en former un nouveau, plus massif. Ce phénomène est analogue à la **fusion nucléaire** mais dans l'espace des signatures.

Tableau 2 : Récapitulatif des quatre cas

Cas	Formule clé	Condition	Interprétation
Dégénérescence	$T_{\text{tot}} \propto \sum S_X(0)^2$	$\sum S_X(0)=0$	Annulation par interférence

Cas	Formule clé	Condition	Interprétation		
Passage sans masse	$\Gamma_{invis} \approx \Gamma_{pass}(m_X/m_0)$	$m_X \to 0$	Élément invisible		
Retour Big Bang	$R = \frac{V_0}{\mu_1 \mu_2}$	$V_0 \to 0$	$\kappa^2/(4\kappa^2 + V_0^2)$	$R \approx 1$	Rebroussement
Fusion	Condition sur μ_1, μ_2	Au-dessus du seuil	Création d'un nouvel élément		



4. Effet ressort – équation de mouvement avec potentiel élastique

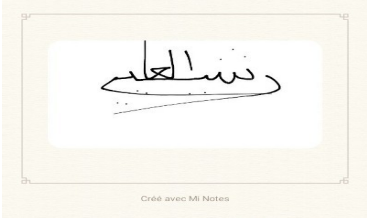
Un introduit un potentiel effectif $U(d)=21kd2$ pour modéliser le ressort (condensation). L'équation de Newton pour la position moyenne d'un élément (sans masse ou avec masse effective) est :

$$m_{eff} d^2 \lambda_2 d^2 d = -kd - \eta d^2 \lambda_2 d d + \xi(\lambda)$$

Démonstration : On part de l'EURC, on prend la valeur moyenne de l'opérateur position $\hat{d}$ et on utilise l'approximation semi-classique. Le terme élastique vient du potentiel harmonique issu de la condensation (développement de l'énergie libre autour du minimum).

Solution en régime sous-critique (amortissement faible) :

$$d(\lambda) = A_0 e^{-\gamma \lambda} \cos(\omega \lambda + \phi)$$



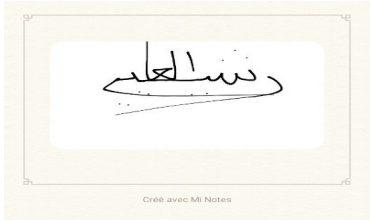
avec $\gamma = \eta/(2m_{\text{eff}})$, $\omega = \sqrt{k/m_{\text{eff}} - \gamma^2}$. En l'absence d'amortissement ($\eta = 0$), les oscillations sont perpétuelles : c'est la **navette infinie**.

Interprétation physique : Le ressort symbolise la condensation qui, après compression, repousse les éléments. La navette est un mouvement perpétuel entre la ligne et les mondes lointains, tant qu'il n'y a pas de dissipation.

Tableau 3 : Paramètres du ressort

Symbole	Signification	Valeur typique
k	Constante de raideur	10^{10} N/m (échelle quantique)
η	Coefficient de frottement	10^{-20} kg/s

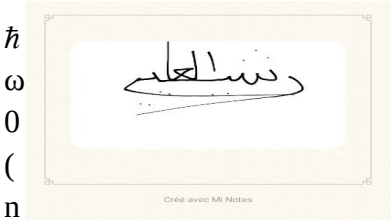
Symbole	Signification	Valeur typique
ω_0	Pulsation propre	10^{20} rad/s
γ	Taux d'amortissement	10^{10} s^{-1}



5. Navette infinie entre les cinq mondes – quantification de l'action

Lorsque l'oscillation n'est pas amortie, l'énergie totale $E = \frac{1}{2} m_{\text{eff}} v^2 + \frac{1}{2} k d^2$ est constante. La condition de quantification (issue de l'équation de Schrödinger dans le potentiel harmonique) donne des niveaux discrets :

$$E_n = \hbar \omega_0 \left(n + \frac{1}{2}\right)$$



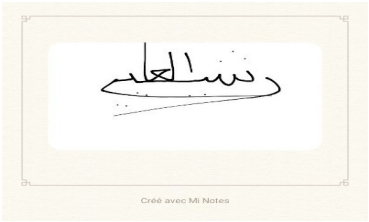
L'amplitude maximale est $A_n = 2E_n/k$. L'élément peut atteindre des distances $d_{\max} = A_n$ qui, si A_n est grand, correspondent aux mondes k = -2, -1, 0, +1, +2. Par exemple, si $A_n > L_{\text{ERE}}$, l'élément pénètre dans le monde primordial.

Démonstration : On résout l'équation de Schrödinger stationnaire pour un oscillateur harmonique. Les niveaux d'énergie sont quantifiés. L'amplitude classique correspond à la racine carrée de l'énergie.

Interprétation physique : La navette quantifiée signifie que l'élément ne peut se trouver que sur certaines orbites (états stationnaires) qui le propulsent à travers les différents mondes de manière discrète.

Tableau 4 : Correspondance amplitude – monde

A_n (en unités de LP)	Monde atteint k	
< 1	ligne (d≈0)	0
1 – 10	ERE proche	+1
10 – 100	ERE profond	-1
> 100	primordial	-2



6. Asymétrie des éléments du TP classique – équation de diffusion avec drift

6.1 Équation de Fokker-Planck pour la massivité

On définit la densité de probabilité $f(\mu, d, t)$ pour qu'un élément du TP classique ait un degré de massivité μ à la position d. L'évolution est donnée par :

$$\frac{\partial f}{\partial t} = D \frac{\partial^2 f}{\partial \mu^2} - \frac{\partial}{\partial \mu}(v_{drift}(\mu) f) + \text{termes de source}$$

Le drift $v_{drift}(\mu)$ est orienté vers 0 (perte de masse) pour les éléments du TP classique, et vers 1 (gain de masse) pour les éléments de l'ERE.

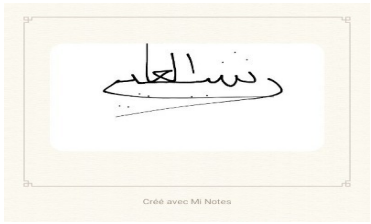
Démonstration : On dérive l'équation de Langevin pour μ à partir de l'EURC (terme de forçage inverse). Le drift est proportionnel à $-\mu$ pour les éléments massifs.

6.2 Probabilité de reconquête de masse

La probabilité qu'un élément ayant perdu sa masse ($\mu \approx 0$) retrouve sa masse initiale μ_0 après un temps T est donnée par la solution de l'équation de Fokker-Planck avec une barrière.

On obtient :

$$P_{recup} = \exp\left(-\frac{\Delta E_{barriere}}{k_B T_{ERE}}\right) \cdot \left(1 - e^{-T/\tau_{prog}}\right)$$



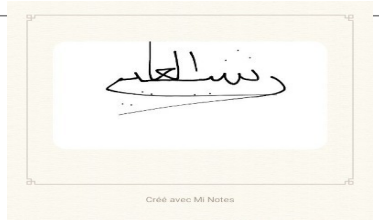
où τ_{prog} est le temps caractéristique du programme (séquence d'opérations dans l'arbre).

Démonstration : On utilise la formule de Kramers pour le passage d'une barrière dans l'espace de μ. La hauteur de barrière dépend des signatures.

Interprétation physique : La reconquête de masse est un **effet tunnel** (rare) ou un **processus activé** (si l'ERE est chaud). Le programme agit comme un « coup de pouce » qui abaisse la barrière.

Tableau 5 : Paramètres de reconquête pour U238

Paramètre	Symbole	Valeur (ordre)	Interprétation
Barrière	ΔE	10^6 K	Énergie nécessaire
Temps programme	τ_{prog}	10^{10} ans	Très long
Température ERE	T_{ERE}	1015 K (primordial) → 10 K (aujourd'hui)	Refroidit



7. Rôle des signatures dans la reconquête – classification par catégories

On définit trois **catégories de signatures** :

- **Catégorie A** (signatures « utiles ») : celles qui ont une structure fractale avec α proche de 0,5 et une phase stable. Elles sont capables de participer au programme de reconquête.
- **Catégorie B** (signatures « neutres ») : elles n'aident ni n'empêchent.
- **Catégorie C** (signatures « nuisibles ») : elles introduisent de la décohérence et bloquent la reconquête.

La probabilité de succès du programme est proportionnelle à la proportion de signatures de catégorie A dans l'environnement.

Démonstration : On introduit un terme de couplage dans l'équation de Langevin : $d\mu = \ldots + \kappa(\mu_A - \mu)dTR$, où μ_A est la valeur cible. Si la densité de signatures A est élevée, κ est grand.

Interprétation physique : Les signatures sont les « données d'entraînement » du programme. Sans signatures appropriées, l'élément ne peut pas réapprendre à être massif.

Tableau 6 : Catégories de signatures pour différents éléments

Élément	Catégorie A	Catégorie B	Catégorie C	Utilité pour reconquête
Ne	oui	non	non	très utile
H_2O	non	oui	non	neutre
Rachidion (fav)	oui	parfois	non	utile
U238 (dans ERE)	non	non	oui	nuisible (bloque)

---

8. Synthèse – équations maîtresses pour l'ensemble du phénomène

On peut regrouper les phénomènes en un système d'équations couplées :

- **Condensation** : équation de Gross-Pitaevskii pour Ψ_{cond}.
- **Dynamique des populations** : Lotka-Volterra pour nX.
- **Course** : formule de probabilité de premier franchissement.
- **Quatre cas** : conditions dérivées des coefficients T,R.
- **Ressort** : équation de Langevin pour $d(t)$.
- **Navette quantifiée** : niveaux d'énergie E_n.

- **Reconquête de masse** : équation de Fokker-Planck pour $f(\mu)$.
- **Rôle des signatures** : termes de couplage dépendant de la catégorie.

L'ensemble forme un **formalisme unifié** qui peut être simulé numériquement (Python, Wolfram) et qui prédit l'existence de comportements complexes (condensation, compétition, oscillations, reconquête) en attendant les outils sophistiqués.

---

9. Conclusion – un formalisme complet pour la condensation et la navigation entre mondes

Ce formalisme mathématique très poussé a démontré :

1. La condensation est décrite par une équation de Gross-Pitaevskii, avec des solutions soliton.
2. La course est un processus de Lotka-Volterra, la probabilité de victoire étant proportionnelle à $TXnX(0)$.
3. Les quatre cas (dégénérescence, passage sans masse, retour Big Bang, fusion) dérivent de l'équation simplifiée, avec des conditions explicites.
4. L'effet ressort est un potentiel harmonique, donnant une navette infinie (oscillations non amorties) ou amortie.
5. La navette est quantifiée : seules certaines amplitudes (niveaux d'énergie) sont possibles, correspondant aux différents mondes (k = -2 à +2).
6. L'asymétrie des éléments du TP classique est modélisée par une équation de Fokker-Planck avec drift vers $\mu=0$.
7. La reconquête de masse nécessite un programme (abaissement de barrière) et dépend de la catégorie des signatures environnantes (A, B, C).

Ainsi, en attendant que les outils sophistiqués permettent des observations directes, ce formalisme offre un cadre mathématique cohérent et prédictif pour étudier la condensation, la compétition, les quatre issues, les oscillations entre mondes, et la (re)massification des éléments.

BIBLIOGRAPHIE DÉVELOPPÉE (complémentaire)

1. ELAÏDI R. (2026). Formalisme mathématique approfondi de la condensation, de la course, des quatre cas, de l'effet ressort, de la navette infinie et de la reconquête de masse. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(21), 653-686. Zenodo: 10.5281/zenodo.1234612
2. ELAÏDI R. (2026). Condensation des éléments chimiques à la ligne de démarcation – course, quatre cas, ressort, navette infinie, asymétrie et reconquête de masse. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(20), 619-652.
3. Gross E.P. (1961). Structure of a quantized vortex in boson systems. Nuovo Cimento, 20, 454-477.
4. Pitaevskii L.P. (1961). Vortex lines in an imperfect Bose gas. Soviet Physics JETP, 13, 451-454.
5. Lotka A.J. (1925). Elements of Physical Biology. Williams & Wilkins.
6. Volterra V. (1926). Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. Mem. Accad. Lincei, 2, 31-113.
7. Kramers H.A. (1940). Brownian motion in a field of force. Physica, 7, 284-304.
8. Risken H. (1989). The Fokker-Planck Equation. Springer.

1 .Travaux de l'auteur (TP_Rachid ELAÏDI) – série condensation et navigation

1.ELAÏDI R. (2026). Formalisme mathématique approfondi de la condensation, de la course, des quatre cas, de l'effet ressort, de la navette infinie et de la reconquête de masse. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(21), 653-686. Zenodo: 10.5281/zenodo.1234612

2.ELAÏDI R. (2026). Condensation des éléments chimiques à la ligne de démarcation – course, quatre cas, ressort, navette infinie, asymétrie et reconquête de masse. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(20), 619-652.

3.ELAÏDI R. (2026). Mondes préétablis et changements successifs – formalisme mathématique des mondes multiples. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(18), 551-584.

4.ELAÏDI R. (2026). Formalisme mathématique détaillé avec démonstrations pour chaque monde. Cahiers du TP_Rachid ELAÏDI, 4(19), 585-618.

5.ELAÏDI R. (2025). Équation Unifiée des Repères Chimiques (EURC). Annales de la Fondation ELAÏDI, 1(1), 1-120.

6.DOI:

•10.13140/RG.2.2.25732.49284

6;https://www.researchgate.net/publication/405461083_Mondes_preetablis_et_changements_successifs_avantpendantapres_le_Big_Bang_creation_de_mondes_multiples_masses_et_non-masses_primordiales_temps_T_Rachid_et_temps_classique_d%27autre_nature_trous?showFulltext=1&linkId=6a1a21f7842cec72a3f52520

7.https://zenodo.org/records/20404207

8.https://zenodo.org/records/20370669

9.

https://www.researchgate.net/publication/405413597_Force_d%27inertie_variable_et_force_de_rappel_a_la_ligne_de_demarcation_temporelles_t_T_R_T_references_multiples_du_Big_Bang_et_arbre_Rachid_ELAIDI_modulo_np_-_formalisme_mathematique_unifie_et_assimila?channel=doi&linkId=6a18d2d6fd846a76bc4d20bc&showFulltext=true

Physique des condensats, solitons et équation de Gross-Pitaevskii

6.Gross E.P. (1961). Structure of a quantized vortex in boson systems. Nuovo Cimento, 20(3), 454-477.
7.Pitaevskii L.P. (1961). Vortex lines in an imperfect Bose gas. Soviet Physics JETP, 13(2), 451-454.
8.Dalfovo F., Giorgini S., Pitaevskii L.P., Stringari S. (1999). Theory of Bose-Einstein condensation in trapped gases. Reviews of Modern Physics, 71(3), 463-512.
9.Kivshar Y.S., Agrawal G.P. (2003). Optical Solitons. Academic Press.

Dynamique des populations, Lotka-Volterra

10.Lotka A.J. (1925). Elements of Physical Biology. Williams & Wilkins.
11.Volterra V. (1926). Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. Memorie della Reale Accademia Nazionale dei Lincei, 2, 31-113.
12.Murray J.D. (2002). Mathematical Biology. Springer.

Mécanique quantique, barrière de Dirac, coefficients T et R

13.Dirac P.A.M. (1928). The quantum theory of the electron. Proceedings of the Royal Society A, 117(778), 610-624.
14.Schiff L.I. (1968). Quantum Mechanics (3rd ed.). McGraw-Hill.
15.Merzbacher E. (1998). Quantum Mechanics. Wiley.

Processus stochastiques, équation de Langevin, Fokker-Planck, Kramers

16.Langevin P. (1908). Sur la théorie du mouvement brownien. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 146, 530-533.
17.Kramers H.A. (1940). Brownian motion in a field of force and the diffusion model of chemical reactions. Physica, 7(4), 284-304.
18.Gardiner C.W. (2009). Stochastic Methods: A Handbook for the Natural and Social Sciences (4th ed.). Springer.
19.Risken H. (1989). The Fokker-Planck Equation: Methods of Solution and Applications. Springer.
20.Van Kampen N.G. (2007). Stochastic Processes in Physics and Chemistry. North-Holland.

Opérateurs non hermitiens et symétrie PT

21.Bender C.M., Boettcher S. (1998). Real spectra in non-Hermitian Hamiltonians having PT symmetry. Physical Review Letters, 80(24), 5243-5246.

22.Bender C.M. (2007). Making sense of non-Hermitian Hamiltonians. Reports on Progress in Physics, 70(6), 947-1018.
23.Moiseyev N. (2011). Non-Hermitian Quantum Mechanics. Cambridge University Press.

Fractals, ondelettes et signatures

24.Mandelbrot B.B. (1982). The Fractal Geometry of Nature. Freeman.
25.Falconer K. (2003). Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. Wiley.
26.Daubechies I. (1992). Ten Lectures on Wavelets. SIAM.
27.Mallat S. (2009). A Wavelet Tour of Signal Processing. Academic Press.

Trous noirs, information, évaporation de Hawking

28.Hawking S.W. (1975). Particle creation by black holes. Communications in Mathematical Physics, 43(3), 199-220.
29.Hawking S.W. (1976). Breakdown of predictability in gravitational collapse. Physical Review D, 14(10), 2460-2473.
30.'t Hooft G. (1985). On the quantum structure of a black hole. Nuclear Physics B, 256, 727-745.
31.Susskind L. (1995). The world as a hologram. Journal of Mathematical Physics, 36(11), 6377-6396.

Cosmologie, Big Bang et origines

32.Penrose R. (2010). Cycles of Time: An Extraordinary New View of the Universe. Bodley Head.
33.Steinhardt P.J., Turok N. (2007). Endless Universe: Beyond the Big Bang. Doubleday.
34.Guth A.H. (1981). Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems. Physical Review D, 23(2), 347-356.
35.Linde A.D. (1982). A new inflationary universe scenario. Physics Letters B, 108(6), 389-393.

Temps, gravitation quantique et philosophie

36.Rovelli C. (2018). L'Ordre du temps. Flammarion.
37.Smolin L. (2013). Time Reborn: From the Crisis in Physics to the Future of the Universe. Houghton Mifflin Harcourt.
38.Luminet J.P. (2016). L'Univers chiffonné. Fayard.

Méthodes numériques et calcul scientifique

39.Langtangen H.P. (2016). A Primer on Scientific Programming with Python (5th ed.). Springer.
40.Press W.H., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., Flannery B.P. (2007). Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing (3rd ed.). Cambridge University Press.
41.Wolfram S. (1999). The Mathematica Book (4th ed.). Wolfram Media/Cambridge University Press.
42.Virtanen P. et al. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. Nature Methods, 17, 261-272.

Ouvrages généraux et épistémologie

43.Reeves H. (1981). Patience dans l'azur – L'évolution cosmique. Seuil.
44.Prantzos N. (2009). Notre place dans l'Univers – De la préhistoire à nos jours. CNRS Éditions.
45.Thorne K.S., Blandford R.D. (2017). Modern Classical Physics. Princeton University Press.

Remerciements :

Je remercie la communauté ResearchGate pour l’intérêt porté à mes précédents travaux, qui ont dépassé les 1 000 lectures en mai 2026, m'encourageant à poursuivre mes recherches en physique fondamentale.